

## ⑫ 公開特許公報(A) 平1-267610

⑤Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬公開 平成1年(1989)10月25日

G 02 F 1/015

C-8106-2H

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全4頁)

⑭発明の名称 光スイッチ

⑯特 願 昭63-95646

⑰出 願 昭63(1988)4月20日

⑱発 明 者 池 田 正 宏 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

⑲出 願 人 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号

⑳代 理 人 弁理士 白水 常雄 外1名

## 明 細 書

## I 項記載の光スイッチ。

## 1. 発明の名称

光スイッチ

## 2. 特許請求の範囲

- (1) pn接合を有する半導体素子への印加電圧によって光信号をオン・オフするゲート型光スイッチにおいて、前記pn接合の中間に設けられる活性層として量子井戸構造を持った導波路の一部に電極を備え、該電極にオンの時には順方向電流を注入し、オフの時には逆方向電圧を印加するように構成されたことを特徴とする光スイッチ。
- (2) 前記電極が分割され、一方を順方向電流注入用電極とし、他方を逆方向電圧印加用電極とするように構成されたことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光スイッチ。
- (3) 前記導波路の端面に反射防止膜が施された構造を有することを特徴とする特許請求の範囲第

## 3. 発明の詳細な説明

## (1) 発明の属する技術分野

本発明は小型で集積化のできる光スイッチに関するものである。

## (2) 従来の技術とその問題点

従来のこの種の光スイッチとしては第1図に示す構成のものが知られている。(例えば文献S.Tarucha, H.Iwamura, T.Saku and H.Okamoto, "Waveguide-Type Optical Modulation of GaAs Quantum Well Double Heterostructures Using Electric Field Effect on Exciton Absorption," Japanese Journal of Appl. Phys., vol.24, No. 6, PP.L442-L444, 1985)。ここで、1はp側電極、2はp型半導体のクラディング、3は量子井戸構造の活性層、4はn型半導体のクラディング、5はn側電極、6は集光用レンズ、7は印加電圧用負電源を表している。

第2図は第1図に示したGaAs系素子の波長に對

する吸収特性を示したものである。実線の特性は電圧が印加されていない状態での吸収特性で、破線の特性はpn接合に逆方向電圧として1V印加された状態での吸収特性を表している。この図から分るように量子構造の活性層によって生ずる励起子の吸収ピークが逆方向電界の印加によってシフトする。この吸収の変化を光のスイッチングに利用するものである。光スイッチ素子として挿入損失が小さく、かつアイソレーションが大きく取れる波長として、この場合には $0.86\mu\text{m}$ の信号光が選ばれる。この場合には、オン時（電界がかかっていない状態）の吸収が約 $60\text{cm}^{-1}$ 、オフ時（ $-1.0\text{V}$ の印加時）の吸収が約 $250\text{cm}^{-1}$ であるから、素子長が $200\mu\text{m}$ とすると、オン時の挿入損失は約 $5.2\text{dB}$ となり、アイソレーションは約 $16.5\text{dB}$ となる。印加する電圧を変えてもこの値には大差はなく、挿入損失が小さくてアイソレーションの大きい良好な特性を得る事は困難であった。

また、第1図のように信号光の入出力にはレンズ結合を利用しているため、小型で高集積の光ス

イッチを構成する事が難しいという欠点があった。

### (3) 発明の目的

本発明の目的は、オン時の挿入損失を小とし、アイソレーションを大きくして高集積化することのできる構造とした光スイッチを提供することにある。

### (4) 発明の構成

#### (4-1) 発明の特徴と従来の技術との差異

本発明は、導波路部とスイッチ部の構造が同じであり、かつオン時に順方向に電流を注入することを最も主要な特徴とする。従来の技術とは、オン時に利得が得られる点が大きく異なる。

#### (4-2) 実施例

第3図は本発明の第1の実施例の構造図を示すものであり、1はp側電極、2はp型 $\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ のクラディング、3は量子井戸構造の活性層で、 $\text{GaAs}80\text{\AA}$ 、 $\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}50\text{\AA}$ の周期を約10層構成する。また、4はn型 $\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ のクラディング、5はn側電極、7及び8は各々逆方向及び順方向用電極、9はp<sup>+</sup>型GaAs層を表し

ている。

今、電極に順方向電流を注入すると、活性層3におけるキャリアは反転分布となる。これは半導体レーザにおける反転分布と同じであり、活性層3は吸収媒質から利得媒質へと変化する。

第2図における一点鎖線の波長特性は $0.5\text{V}$ 順方向に電圧を印加した場合の利得特性を示している。この場合には、 $0.86\mu\text{m}$ の波長で利得のピークが観測され、約 $300\text{cm}^{-1}$ の利得となる。ここで導波路端面に反射防止膜が施されていれば発振が防止され、 $200\mu\text{m}$ の利得導波路長で約 $26\text{dB}$ の利得が得られる。従って、オンの時には $0.5\text{V}$ の順方向電圧、オフの時には $1.0\text{V}$ の逆方向電圧を印加することによって、素子長 $200\mu\text{m}$ スイッチでオン時に $26\text{dB}$ の利得、アイソレーション $47.7\text{dB}$ のスイッチ特性が得られる。実際の素子構成では、入出力部の導波路での損失と光信号の結合損失があるため、オン時の利得は減少するが、全損失を補償して全体としての利得を得る事は不可能ではない。

第4図は第3図におけるA-A'断面の構造で、10

はn型 $\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ の埋込層、11はp型 $\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ のブロック層、12は $\text{SiO}_2$ 層を示している。第4図に示すように、導波路を埋込型の導波路で構成することによって光の散乱損失及び電流の活性層3への閉じ込め効果を上げることができるが、リッジ型の導波路構造で構成することもできる事は言うまでもない。

第5図は本発明の第二の実施例の構造図を示す。本構造ではオン用の電極とオフ用の電極を分離して構成しているため、オンとオフを独立に制御することができる。従って、オンとオフのタイミングをオーバーラップすることによってスイッチング速度を早くする事が可能となる。

第6図は $2\times 2$ の光マトリクス・スイッチを構成した実施例であり、13は上記構造の導波路部、14は上記構造の光スイッチ部を表している。

今、 $P_{in1}$ から信号光が入射し、 $P_{out1}$ の出力導波路を選択する場合には、 $14_{11}$ の電極には逆方向の電圧を、 $14_{12}$ の電極には順方向の電圧を各々印加することによって達成される。また、 $14_{11}$ と

14.2の両電極に同時に順方向電圧を印加することによって、挿入損失なしに両出力導波路に信号光を出射することができる。

なお本実施例ではGaAs系の実施例について説明したが、InP系の光スイッチも構成できることは言うまでもない。

#### (5) 発明の効果

以上説明したように、本発明の光スイッチでは、活性層に量子井戸構造を有した導波路の一部に電極を設け、オンの時には利得を、オフの時には吸収を起こさせてスイッチングする構成としているため、以下のような利点がある。

- i) 導波路部、スイッチ部とも同一構造で構成できるため集積化した光スイッチ網を作成する事が容易である。
- ii) 挿入損失のない利得を持った光スイッチ網を得る事ができる。
- iii) アイソレーションの大きい特性が得られる。
- iv) クロストークの小さい光スイッチ網が構成できる。

#### 4. 図面の簡単な説明

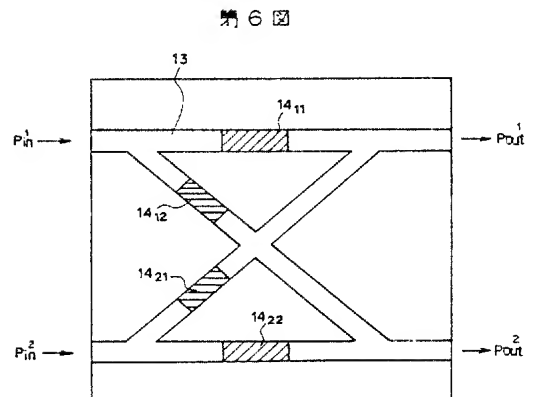
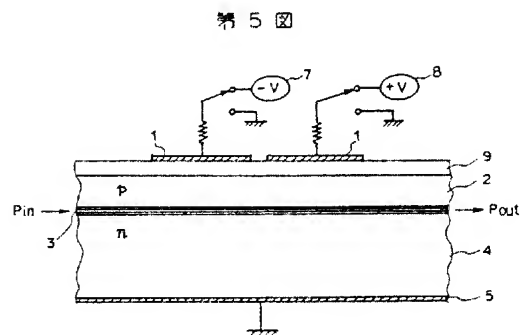
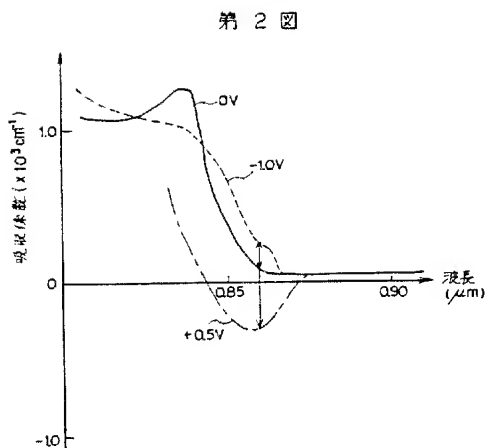
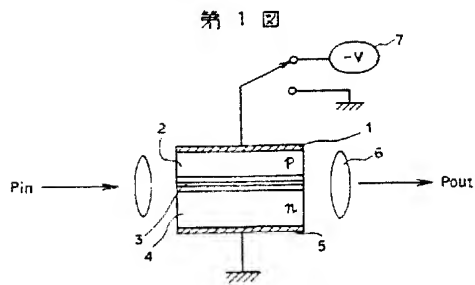
第1図は従来の光スイッチ構成図、第2図は吸収係数の波長依存性を示す特性図、第3図及び第5図は各々本発明素子の構造断面図、第4図は第3図A-A'線での構造断面図、第6図は2×2光マトリクス・スイッチの構成図である。

- 1…p側電極、2…p型半導体クラディング、3…量子井戸構造の活性層、4…n型半導体クラディング、5…n側電極、6…集光用レンズ、7…逆方向用電源、8…順方向用電源、9…p<sup>+</sup>…コンタクト層、10…n型埋込層、11…p型ブロック層、12…SiO<sub>2</sub>層、13…導波路部、14…スイッチ部。

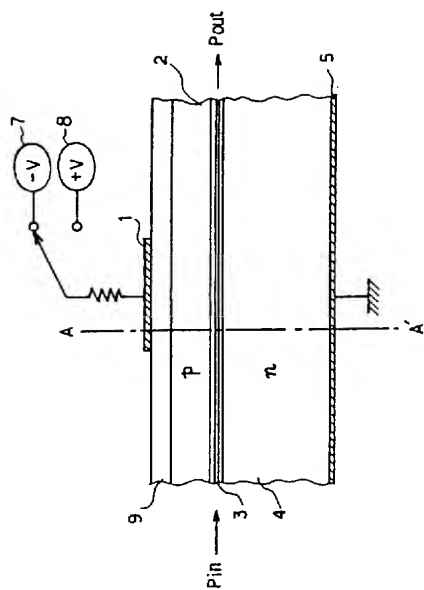
特許出願人 日本電信電話株式会社

代理人 弁理士 白水 常雄

外1名



第 3 页



第 4 题

